綠蘆筍脫水之研究

Dehydration of Green Asparagus

許勳猷 葉正茂 陳錦模

by

H. Y. Hsu, J. M. Yeh, C. M. Chen

摘　要

未經殺菁綠蘆筍以隧道式，立型盤式及浮動層乾燥法熱風乾燥時；以浮動層之乾燥速率爲最快，在製成成品之品質方面，也以浮動層法所得成品之葉綠素，及維他命C之含量較高。

在比較綠蘆筍於熱水殺菁、蒸氣殺菁及不殺菁之條件下，以冷凍乾燥，眞空乾燥及熱風乾燥三種方法製得乾燥綠蘆筍，其物理化學性質之差異，並將製品復水後，加以品評，結果以冷凍乾燥熱水殺菁綠蘆筍品質最佳，眞空乾燥及熱風乾燥不殺菁綠蘆筍品質次之。

熱風乾燥綠蘆筍以鋁箔袋包裝的方式儲藏，在 25°C 下經過 6 個月之品質仍佳。

緒　言

綠蘆筍爲本省新引進的農作物，在中南部大量種植；主要爲供給冷凍食品工廠加工外銷。其中不合於冷凍規格的原料，可以乾燥做爲西式即食蘆筍湯之原料。

關於綠蘆筍脫水方面之報告甚少，Syn 和 Luh[3] 曾將冷凍乾燥綠蘆筍以Mylar-saran-poly-ethylene 和Aluminum-film combination 三種包裝進行包裝貯藏實驗，發現後者效果較佳，貯藏之溫度宜低於 20°C 。

本研究係以三種乾燥方法（熱風乾燥，眞空乾燥及冷凍乾燥）將無殺菁和殺菁後之綠蘆筍乾燥後，測定物理化學性質以官能品評值，以探討殺菁處理及乾燥方法對綠蘆筍品質之影響。此外並比較三種熱風乾燥方法乾燥綠蘆筍時之乾燥速率及成品品質。此外將乾燥綠蘆筍在不同包裝的條件下，儲存於 25°C 及 37°C 進行儲藏實驗。

實驗材料及方法

1. 蘆筍原料

本試驗所用綠蘆筍（Asparagus officinalis，品種U. C. 309 ）係栽培於本省中南部地區之砂質土壤，於早晨採收水洗後，用冷藏車運返實驗室，其直徑 0.8～1.2 cm ，長度 18 cm 。

2. 蘆筍之脫水

(1)殺菁：綠蘆筍經水洗切除紫色及白色基部後，以不銹鋼刀橫切成長度約 0.5～0.8 cm ，分爲三批，

本文原載于食品工業發展研究所研究報告第四十九號

第一批不經殺青，第二批以沸水（用水 pH 8.2，pH以MgO 調整）殺青1分鐘，第三批以蒸汽（97°C）殺青後放入水中冷却，撈起滴乾之。

(2)乾燥方法分三種，即冷凍乾燥，眞空乾燥和熱風乾燥，乾燥時盤載量均爲 1 lb/ft²。

(a)熱風乾燥

(Ⅰ)立型盤式：使用西德Schilde直立盤式乾燥機，熱風溫度前2小時維持80°C，後4小時維持55°C。

(Ⅱ)隧道式：使用本所自製實驗型乾燥機，熱風溫度前3小時自80°C降低55°C，後6小時維持55°C。

(Ⅲ)浮動層式：使用本所自製實驗型浮動層乾燥機乾燥之。乾燥條件爲100°C 10分鐘，85°C10分鐘，75°C 15分鐘，65°C 25 分鐘，再以箱式乾燥機在55°C之條件下進行末段乾燥。

(b)冷凍乾燥，綠蘆筍於送風式凍結室（−40°C）凍結後，使用丹麥Atlas 試驗型冷凍乾燥機乾燥，眞空度0.1mmHg，熱板溫度最初三小時維持在120°C，次三小時溫度漸降至60°C，最後三小時保持在55°C，共乾燥9小時。

(c)眞空乾燥：使用Haas Vakum Technik 試驗型眞空乾燥機乾燥，眞空度30mmHg，熱板水溫55°C 乾燥12 小時。

3. 儲藏實驗

包裝材料分三種，PE，K type cellophane/PEmd 及 Paper 50p/PEed/Al foil/PEmd。熱風乾燥綠蘆筍包裝後，密封，儲藏於25°C及37°C之溫度下，測定其儲藏期間品質的變化。

4. 分析方法：

(1)水分：脫水前之蘆筍經細切後稱取10g，脫水蘆筍則磨細通過20mesh後稱取2g置於鋁皿內，以Precision Thelco Model 19 Vacuum Oven 在70°C 眞空度25mmHg，乾燥6小時測定水分含量[4]。

(2) pH：蘆筍以Waring blender打粹，經紗布榨汁，用Radiometer pH meter Model 25 SE 測定液汁之pH。

(3)可滴定酸度：蘆筍汁利用Radiometer automatic titrator 以0.1N NaOH 滴定到pH 8.2，結果以檸檬酸百分比表示。

(4)可溶性固形物：蘆筍汁以Abbe 屈折計測定之，結果以20°C Brix 度數表示。

(5)葉綠素：總葉綠素，葉綠素a和葉綠素b以光電比色法測定[4]。脫水前綠蘆筍 50g或脫水綠蘆筍 5g磨細後加40g 蒸餾水復水1小時供分析之用。試料加入$CaCO_3$ 0.1g，丙酮160ml，以Waring Blender打碎3分鐘過濾，以80% 丙酮洗滌殘渣至無綠色爲止，濾液與洗液合併並調成500ml，取250ml 置入分液漏斗內，加入200ml 乙醚充分混合，加入蒸餾水使丙酮分離，漏掉下層部份之水，再以蒸餾水洗數次，加入少量無水Na_2SO_4 到乙醚抽出液以去除水分，稀釋成250ml，用Beckman DB-G spectrophotometer 測定642.5 和660mμ之吸光度，依公式計算總葉綠素葉綠素a和葉綠素b含量，以mg%表示。

(6)維他命C：以光電比色法測定之[5]。取鮮蘆筍25g 或脫水蘆筍2.5g，加1%Meta 磷酸用Waring blender 打碎，稀釋成250ml，離心分離取上層澄清液1ml，加2，6-Dichlorophenol indophenol 液9ml，用Coleman Spectrophotometer 於520mμ測定吸光度，對照維他命C標準曲線計算其含量，以mg%表示。

(7)還原醣：取鮮蘆筍50g或脫水蘆筍3g，加80% 乙醇50ml在Waring blender打碎，以逆流裝置在85°C之熱水浴下抽取30 分鐘，取出過濾液於500ml 燒杯中，加熱趕出乙醇後，以蒸餾水稀釋成500ml，取100ml 稀釋成1,000ml 再依Somogyi 法[4]測定還原醣含量，以百分比表示。

(8)總醣：取(7)除去乙醇之稀釋液100ml，加0.1N HCl 30ml，在熱水浴上以逆流裝置水解30 分鐘，中和後稀釋成1,000ml，再依Somogyi 法[4] 測定總醣含量，以百分比表示之。

(9)截壓值：樣品約50g置於Allo-Kramer Shear Press（Model S-2HE）之Standard Shear-Compression cell 內，（溝寬0.325mm）以0.305mm厚之截切板截切之，向下移動速度爲30 秒1英吋，取三次截壓值之平均值，以 lb/g表示之。

(10)Hunterlab 色差儀值：以Hunterlab D25色差儀測定蘆筍的顏色値結果以L（光澤），a（紅−綠），b（黄−藍）表示之。標準綠色板，L=60.5，a=−15.6，b=+5.3。

(11)揮發性氣味成份

乾燥綠蘆筍研磨，取通過20mesh之部份置於試管中，加蓋抽眞空後，在50°C下保溫2小時，然後取上部空隙氣體2ml 以G.L.C 分析之，條件爲

Column：FFAP（stationary phase）length 12 ft.

Column temperature：programed 75°C to 175°C; preprogramed 1 min.; postprogramed 10 min.; rate 10°C/sec.

Temp. Injector：150°C Detector：205°C

Attenuation：2×10^{-10} Chart rate：0.25″/min.

G.L.C.：Perkin Elmer Model 881

(12)官能品評：品評人員由10 人組成，評定蘆筍的顏色，外觀，組織，風味和喜愛程度，依 Hedonic scale 爲之，以全距法[6] 分析其差異。

(13)復水率：精確稱取2.00～2.50g，放入裝有100ml 蒸餾水的燒杯內，水溫分爲25°C及98°C 兩種。復水1，2，5，10，20，30及60 分鐘後，在8mesh 之網上滴乾2分鐘，稱取重量，並計算復水率（g水/g蘆筍）[7]。

(14)水可溶色素（serum color）：5g試料在1%HPO_3 95ml 以Waring Blender打2分鐘，離心分離取上澄液用Whatman No. 1濾紙過濾，取20ml 濾液加20ml 95% 酒精離心分離，去除沉澱，澄清液以Coleman Spectrophotometer 在波長42mμ 下測吸光度。

結果與討論

1. 三種熱風乾燥方法的比較

(1)乾燥速率的比較

隧道式，立型盤式及浮動層熱風乾燥方法之乾燥速率曲線分別示於圖1，2及3。

由初步實驗的結果，綠蘆筍在高溫乾燥時會引起褐變，所以乾燥時，須逐漸降低乾燥溫度。比較圖1，2及3之乾燥速率曲線，浮動層乾燥法在60 分鐘之內，水份含量會降低到10% 左右，可說是最快速的乾燥方法，立型盤式之乾燥速率較浮動層式爲慢，但較隧道式爲快。

(2)品質的比較

浮動層乾燥所得之乾燥綠蘆筍，繼續以箱式乾燥機以52°C之條件乾燥4小時。將此產品和其他兩種乾燥方法所得之乾燥綠蘆筍，進行葉綠素，維生素丙及水分的分析，其結果示於表一。

由表一之結果可知因爲浮動層乾燥所須的乾燥時間短，受熱破壞少，所以其乾燥成品中，維生素丙及葉綠素含量較其他兩者爲高。

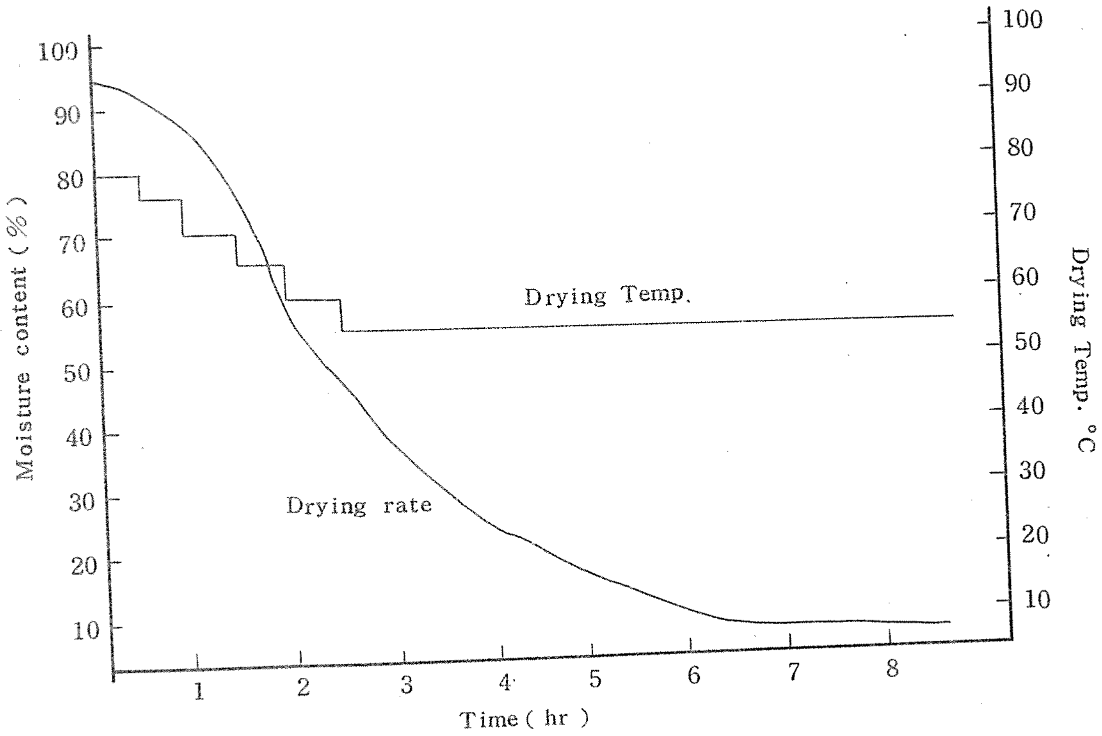

圖 1. 綠蘆筍在隧道式乾燥時，乾燥速率之變化

Fig 1. The Drying Rate of Green Asparagus Dehydrated by Tunnel Dryer.

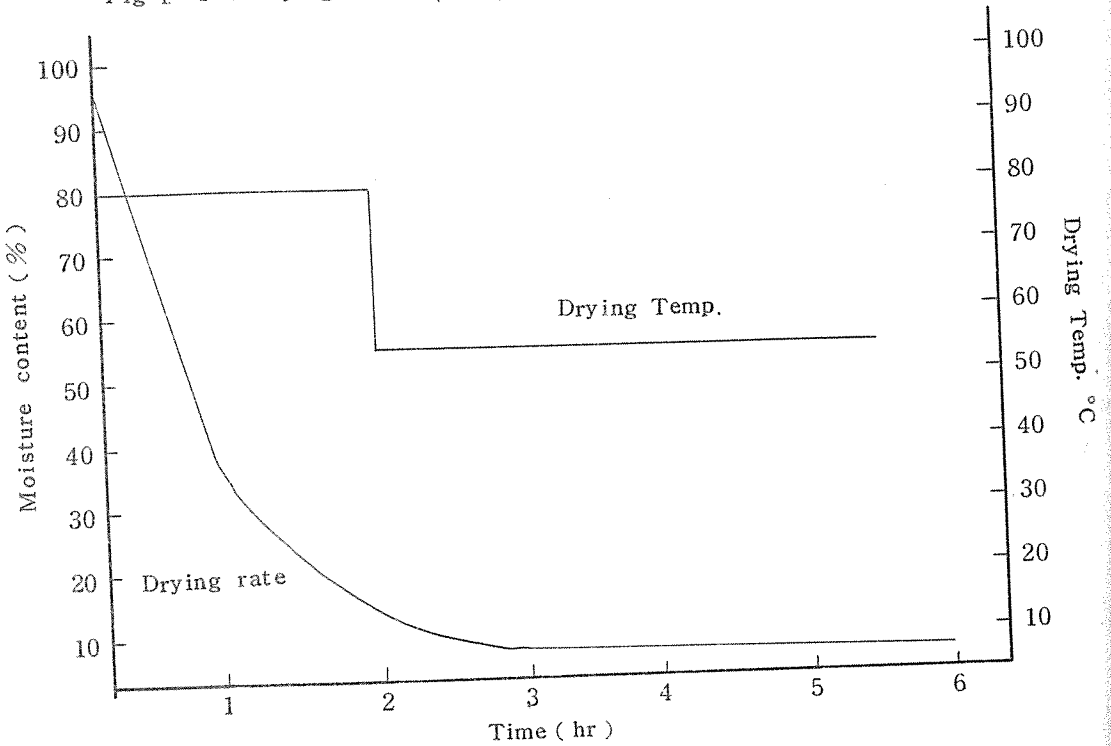

圖 2. 綠蘆筍在立型盤式乾燥時，乾燥速率之變化

Fig 2. The Drying Rate of Green Asparagus Dehydrated by Schilde Dryer.

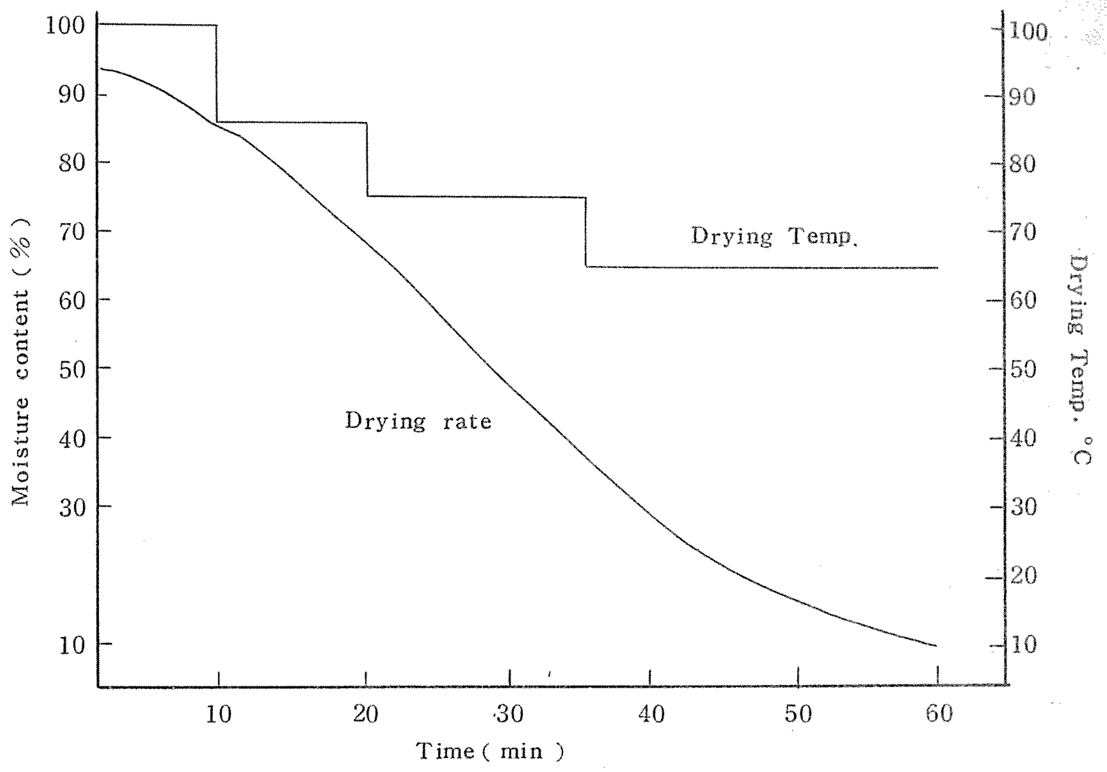

圖 3. 綠蘆筍在浮動層乾燥時，乾燥速率之變化

Fig 3. The Drying Rate of Green Asparagus Dehydrated by Fluidized-Bed Dryer

表一　不同熱風乾燥方法對綠蘆筍品質的影響

Table 1. Effect of Various Drying Methods on the Quality of Dehydrated Green Asparagus.

乾燥方法 Drying Method	水分（%） Moisture	維生素丙（mg %） Ascorbic acid	葉綠素（mg %） Chlorophyll
Fluidized-bed dryer	6.2	242	94.5
Schilde dryer	6.5	188	89.2
Tunnel dryer	6.8	213	85.8

2. 殺菁對綠蘆筍之化學及物理性質之影響

綠蘆筍經熱水和蒸汽殺菁後，測定其化學成分和物理性質，並和無殺菁者比較，其結果如表二。

綠蘆筍原料之水分含量爲 92% ，但洗滌後，水分附着於表皮，水分增至 93.2% ，熱水殺菁之蘆筍由於組織內之氣體在殺菁時被逐出而由殺菁水補充，故水分含量增加，蒸氣殺菁則無顯著變化。

殺菁後之綠蘆筍 pH 値昇高，可滴定酸度降低，因爲所使用之殺菁水 pH 値較高 8.2 同時殺菁時，部分之有機酸溶出。殺菁後之綠蘆筍葉綠素含量爲 7.64mg % ，和生原料相比，保存量高達 96% 。而蒸氣殺菁之綠蘆筍 pH 及可滴定酸度無顯著之變化，但葉綠素受熱破壞，含量顯著降低，僅 7.11mg

%，保存量爲 81 %。

表二　殺菁對綠蘆筍之化學和物理性質之影響

Table 2. Effect of Blanching on Chemical and Physical Properties of Green Asparagus

Properties measured	No blanching	Water blanching	Steam blanching
Moisture (%)	93.2	93.7	93.1
pH	6.20	6.40	6.20
Titratable acidity (%)	0.080	0.078	0.079
Brix	5.2	4.0	4.6
Chlorophyll (mg %)			
Total chlorophyll	8.60	7.64	7.11
Chlorophyll a	6.50	5.81	5.47
Chlorophyll b	2.10	1.83	1.64
Vitamin C (mg %)	23.3	18.4	20.6
Sugars (%)			
Reducing sugar	1.50	1.00	1.49
Total sugar	1.89	1.63	1.87
Shear Press value (lb/g)	13.0	9.0	7.5
Hunterlab values			
L	49.85	35.20	36.44
a	−8.73	−11.34	−11.25
b	+17.26	+16.13	+16.58

由Hunterlab 之 a 値觀之，熱水及蒸氣殺菁，均使綠蘆筍之顏色較綠。以 − a/b 比較，未殺菁爲 0.506，顯然較熱水殺菁的 0.703 或蒸氣殺菁的 0.679 爲低，此爲一般綠色蔬菜之通性。因從葉綠素含量看，未經殺菁者反而比後兩者爲高，而殺菁後顯得更綠的原因，可能是葉綠素和錯化合物之結合受殺菁處理而改變，加上組織之物理變化，使得綠色加深(8)。

熱水殺菁時，部分可溶固形物溶出，所以其固形量由Brix 5.2 降至 4.0，蒸氣殺菁，可溶性固形物之損失較少。爲殺菁後以冷水冷却時可能亦有部分溶出損失。醣類亦有相同之傾向。維他命C之溶存量，熱水及蒸汽殺菁分別爲 85.1 % 及 86.3 %，相差不大，可能是受熱破壞及溶出之損失。無殺菁，熱水及蒸汽殺菁綠蘆筍之截壓值分別爲 13.0，9.0 及 7.5 lb/g，可見殺菁會使綠蘆筍組織變軟。

3. 脫水綠蘆筍之化學及物理性質

由三種脫水方法所得之脫水綠蘆筍，其化學及物理性質示於表三。

(1)水分：三種脫水方法中，以冷凍乾燥所得綠蘆筍之水分最低，眞空乾燥次之，而熱風乾燥者較高。此因爲冷凍乾燥時，是高度眞空下進行，同時組織體不會收縮，所以冰晶很容易自組織體內昇華跑掉。眞空及熱風乾燥時，組織產生收縮之現象，影響水分擴散之途徑，而無空氣濕度之調整或提高溫度時則無法得到低水分含量之製品。使用較劇烈之條件乾燥，則會產生褐變之現象，影響綠蘆筍之品質。各種脫水方法均有同樣之現象，無殺菁之脫水綠蘆筍之水分較殺菁者爲低。

表三　脫水綠蘆筍之化學及物理性質

Table 3. Chemical and Physical Properties of Dried Green Asparagus

Sample	Blanching method	Drying method	Moisture (%)	Sugar (%) Reducing	Sugar (%) Total	Ascorbic acid (mg%)	Chlorophyll (mg%) Total	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Hunterlab values L	Hunterlab a	Hunterlab b
A	No blanching	Freeze-drying	2.96	22.0	25.9	301	80.8	62.4	18.4	48.62	− 7.09	+16.60
B	No blanching	Vacuum-drying	4.47	22.0	22.9	297	83.1	64.1	19.0	32.40	− 6.46	+11.90
C	No blanching	Air-drying	5.15	21.8	24.1	213	85.8	63.6	22.2	36.36	− 5.62	+11.60
D	No blanching	Before-drying	93.2	22.0	27.8	343	126.5	95.6	30.9	39.85	− 8.73	+17.26
E	Water blanching	Freeze-drying	3.02	14.6	25.9	230	102.8	79.0	23.8	48.62	− 8.56	+17.38
F	Water blanching	Vacuum-drying	5.89	11.5	22.7	216	103.3	76.7	26.6	22.74	− 5.05	+ 7.93
G	Water blanching	Air-drying	6.74	13.5	20.6	197	98.8	75.5	23.3	22.07	− 5.10	+ 7.87
H	Water blanching	Before-drying	93.7	15.9	25.9	292	121.3	92.2	29.1	35.20	−11.34	+16.13
I	Steam blanching	Freeze-drying	3.26	21.6	27.0	262	84.7	64.1	20.6	50.20	− 8.65	+17.53
J	Steam blanching	Vacuum-drying	6.85	21.5	26.7	201	88.9	66.6	22.3	22.26	− 4.44	+ 7.50
K	Steam blanching	Air-drying	7.59	21.6	24.9	197	88.4	67.9	20.5	21.42	− 4.13	+ 7.24
L	Steam blanching	Before-drying	93.1	21.6	27.1	296	103.0	79.3	23.8	36.44	−11.25	+16.58

(2)還原醣及總醣：無殺菁及蒸汽殺菁蘆筍利用三種脫水方法乾燥後，還原醣沒有損失，總醣損失極微。熱水殺菁蘆筍還原醣及總醣微有減少，其中以眞空及熱風乾燥法減少較多，推想可能是乾燥時溶質隨水分擴散至固體表面形成結晶，乾燥完成收集樣品時，因振動而脫落。

(3)維他命C：三種脫水方法均使維他命C減少，其順序爲熱風乾燥＞眞空乾燥＞冷凍乾燥，其原因除了和還原醣及總醣相同外，亦有受到熱破壞之可能。

(4)葉綠素：三種脫水方法所得綠蘆筍的總葉綠素，葉綠素 a 和葉綠素 b 均減少。但損失量均無顯著差異，由無殺菁，熱水殺菁和蒸汽殺菁三種蘆筍脫水後的葉綠素殘存量爲熱水殺菁者較高。此由於使用 pH 値較高之殺菁水對葉綠素具有安定作用。

(5)Hunterlab色差儀値：Hunterlab色差儀之L 値表示光亮度，− a 値表示綠色的程度，＋ b 値表示黃色的程度。由 a 値而言：冷凍乾燥時較綠，眞空乾燥次之，而熱風乾燥又次之。冷凍乾燥時，行殺菁之蘆筍顏色較綠，而眞空和熱風乾燥時無殺菁者較綠。由L 値觀之，冷凍乾燥綠蘆筍之光澤度優於其他二者。而眞空冷熱風乾燥時，不殺菁所得成品之光澤度較殺菁者爲優。

4. 脫水綠蘆筍復水後之性質

以三種不同方法乾燥所得脫水綠蘆筍於 25°C 及 98°C 復水所得之結果分別示於圖 4 及圖 5。

由圖 4 及圖 5 可知復水率爲冷凍乾燥產品優於其他兩者。而在冷凍乾燥產品中爲熱水殺菁＞蒸氣殺菁＞不殺菁，此可能是綠蘆筍殺菁後，其組織遭受破壞，所以復水時，水分易於滲入，而熱水殺菁者破壞程度較厲害，故復水率高，在熱風及眞空乾燥則正好有相反之現象，即是不殺菁之復水率優於殺菁者，這是因爲殺菁後之綠蘆筍以熱風及眞空乾燥時收縮率較不殺菁者爲高，所以復水較爲困難。在 98°C 之復水率較 25°C 時爲高，所需之時間亦較短。

於 25°C 復水 1 小時及烹煮之脫水綠蘆筍和未復水之脫水綠蘆筍以Hunterlab色差儀測定L、a 和 b

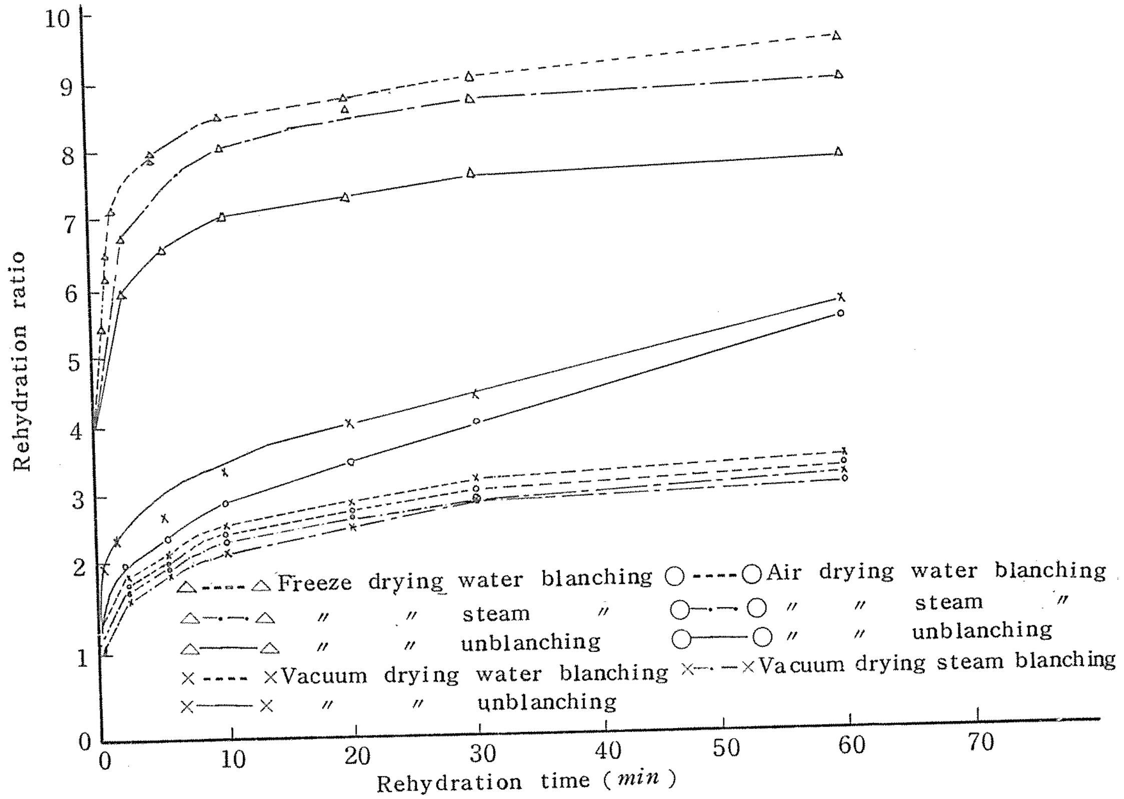

圖 4. 各種乾燥綠蘆筍在 25°C 時之復水曲線

Fig 4. Rehydration Curves of Dried Green Asparagus

表四 脫水綠蘆筍之乾燥品，復水品和烹煮品之Hunterlab色差儀值測定

Table 4. Hunterlab Color Difference Meter Readings of Dried, Rehydrated, and Cooked Products of Dried Green Asparagus Dehydrated by Freeze-Drying, Vacuum-Drying and Air-Drying

Drying method	Dried asparagus			Rehydrated asparagus (25°C water, 1 hour)			Cooked asparagus (boiling water, 5 min)		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Freeze-drying									
Unblanched	48.62	−7.90	+16.60	37.56	−10.54	+17.08	31.54	−5.16	+14.40
Water blanched	48.62	−8.56	+17.38	37.85	−11.55	+16.40	30.27	−9.20	+13.54
Steam blanched	50.20	−8.65	+17.53	38.04	−11.00	+16.63	30.92	−7.80	+13.70
Vacuum-drying									
Unblanched	32.40	−6.46	+11.90	28.03	− 8.30	+12.66	27.44	−5.95	+12.04
Water blanched	22.74	−5.05	+ 7.93	25.85	− 8.30	+11.00	26.10	−6.47	+11.20
Steam blanched	22.26	−4.44	+ 7.50	26.03	− 7.30	+11.02	26.55	−6.20	+11.55
Air-drying									
Unblanched	36.36	−5.62	+11.60	30.10	− 8.77	+13.75	28.60	−5.54	+12.57
Water blanched	22.07	−5.10	+ 7.87	25.28	− 7.90	+10.70	25.42	−6.15	+10.70
Steam blanched	21.42	−4.13	+ 7.24	25.38	− 6.96	+10.50	26.18	−5.50	+11.00

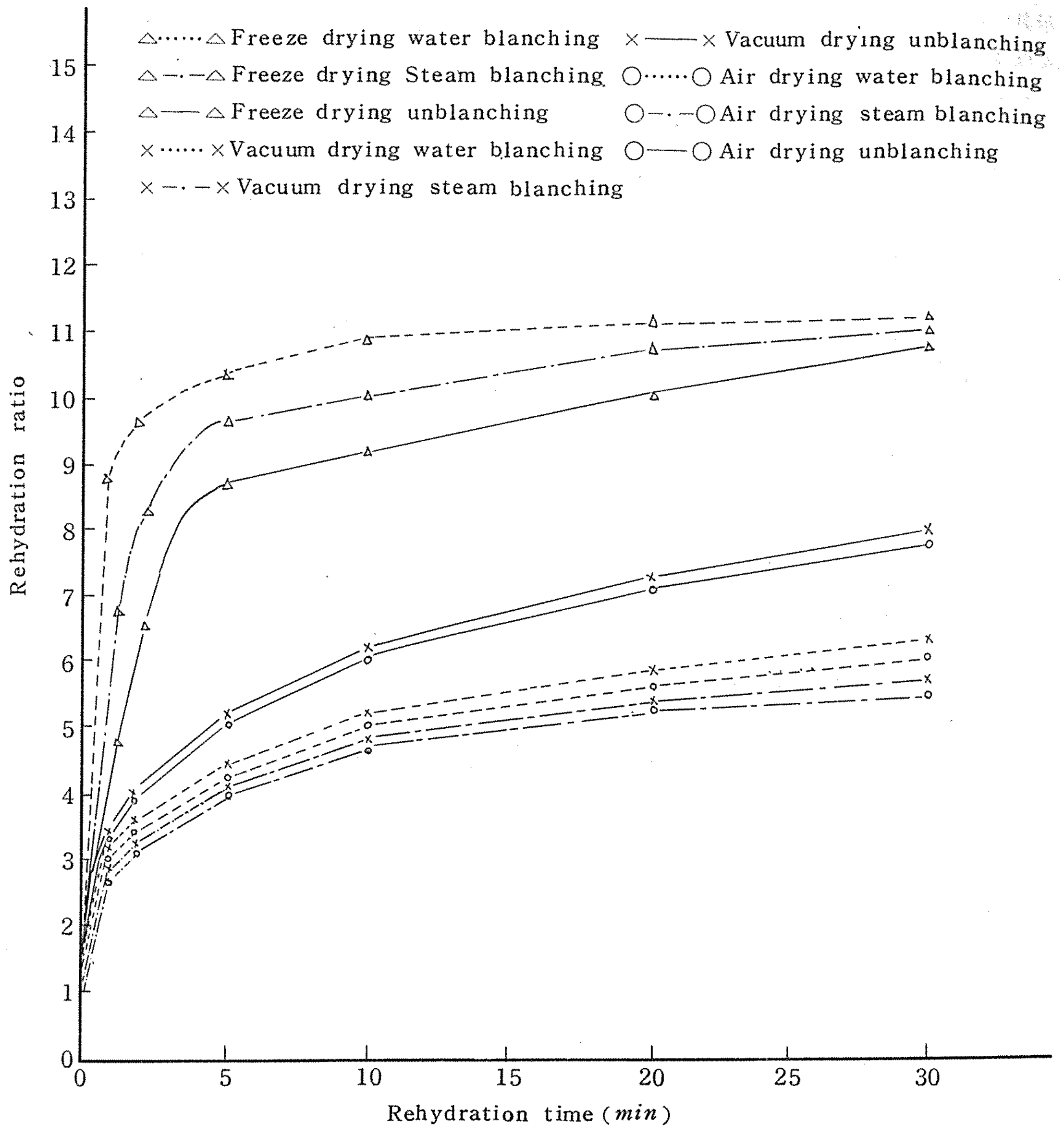

圖 5. 各種乾燥蘆筍在 98°C 時之復水曲線

Fig 5. Rehydration Curves of Dried Green Asparagus

値，其結果示於表四。

由表四可知高溫復水之綠蘆筍，其光澤度及綠色程度低於低溫復水者。低溫復水時，冷凍乾燥製品之顏色品質優於其他兩者。比較殺菁及不殺菁時，冷凍乾燥爲殺菁者優於殺菁及不殺菁。熱風及眞空乾燥爲不殺菁優於殺菁。高溫復水時，殺菁製品顏色之品質爲冷凍乾燥優於其他兩者，而不殺菁時，熱風及眞空乾燥之綠色程度似較冷凍者爲優。而未復水之脫水綠蘆筍，其光澤度較復水者爲佳，而綠色程度較低。

表五中列有以濕物及乾物計算之截壓値，由於復水後所吸收之水量不一，以乾物計算之截壓値較能表

示其堅韌程度。復水綠蘆筍和烹煮者之截壓值均有同樣趨勢，卽眞空及熱風乾燥者相近，其值均較冷凍乾燥者爲高。眞空和熱風乾燥時，低溫復水以不殺菁之組織較爲堅韌，高溫烹煮時，殺菁之組織較爲堅韌。冷凍乾燥時，低溫及高溫復水時，不殺菁之組織較爲堅韌。

表五　脫水綠蘆筍復水和烹煮後之截壓值

Table 5. Shear Press Values of Rehydrated and Cooked Products of Dried Green Asparagus Dehydrated by Freeze-Drying, Vacuum-Drying and Air-Drying.

	Shear press values (lb/g)			
	Rehydrated asparagus (25°C water, 1 hour)		Cooked asparagus (boiling water, 5 min)	
	Wet basis	Dry basis	Wet basis	Dry basis
Freeze-drying				
Unblanched	2.1	17.1	1.8	15.5
Water blanched	1.2	11.4	1.4	15.0
Steam blanched	0.6	5.7	1.0	11.4
Vacuum-drying				
Unblanched	10.9	52.3	3.9	20.0
Water blanched	13.7	50.0	5.3	23.2
Steam blanched	11.1	39.8	5.2	23.2
Air-drying				
Unblanched	10.4	54.5	3.0	17.3
Water blanched	13.8	47.8	5.3	22.3
Steam blanched	12.0	37.6	6.2	24.6

各種脫水方法所得綠蘆筍以1％食鹽水烹煮5分鐘後，品評其顏色、形態、組織、風味及喜愛程度，結果列於表六。

由表六可知熱水殺菁後冷凍乾燥之成品，其顏色、形態、組織和風味均最佳，最受喜愛。眞空及熱風乾燥之不殺菁綠蘆筍次之。換句話說，未經殺菁綠蘆筍，無論用那一方法乾燥所得產品在顏色及喜愛程度間均無顯著之差異，惟冷凍乾燥比其他兩種方法在形態及組織上較佳，眞空及熱風乾燥間無品質上之差異存在。殺菁後之綠蘆筍，經眞空及熱風乾燥，其顏色、組織、形態和風味均甚差。所以綠蘆筍之乾燥，除非用冷凍乾燥法，否則原料不應該殺菁。行冷凍乾燥時，預先熱水殺菁，可以得到較佳品質之產品。

乾燥綠蘆筍揮發性成份之分析依分析法11之方法將冷凍乾燥，眞空乾燥，立型盤式，隧道式及浮動層乾燥法所得乾燥樣品各保溫後，抽取上部空隙之揮發性成份，以氣體色層分析儀分析比較。各乾燥成品之分析圖所包括peak的面積雖略有些微差異，但主要peak均能見於各樣品之分析圖（每一分析圖均由5個以上的peak所構成），這個結果似乎表示不同乾燥方法並未導致綠蘆筍某特定揮發成份之散失。至於每一揮發成份之定性，因非本研究之目的，故未加檢討，玆將乾燥綠蘆筍典型之揮發成份分析圖示於圖6。

表六　脫水綠蘆筍的官能品評

Table 6. Organoleptic Evaluation of Dried Green Asparagus Dehydrated by Freeze-Drying, Vacuum-Drying and Air-Drying.

Drying method	Average score on a 1-10 hedonic scale				
	Color	Shape	Texture	Flavour	Preference
Freeze-drying					
Unblanched	6.9	7.5	7.6	7.0	7.0
Water blanched	8.9	7.8	8.1	7.2	7.9
Steam blanched	7.1	7.6	8.5	6.8	7.0
Vacuum-drying					
Unblanched	6.9	5.0	6.6	7.6	7.4
Water blanched	4.2	2.3	4.6	5.0	4.1
Steam blanched	3.8	2.3	4.2	4.8	3.8
Air-drying					
Unblanched	6.8	5.1	6.4	7.9	7.3
Water blanched	4.0	2.3	4.5	4.9	4.0
Steam blanched	3.7	2.2	4.1	4.8	3.9
L.S.D. (5%)	0.45	0.42	0.51	0.61	0.48

5. 儲藏中脫水綠蘆筍品質之變化

以PE，K. cello/PEmd 及Paper 50P/PEed/Al.foil/PEmd 三種不同材料之包裝，將脫水綠蘆筍包裝密封後，儲存於25°C及37°C之溫度下，經過9個月後，其品質的變化示於表七。

表七　不同包裝材料包裝脫水綠蘆筍儲藏期間品質的變化

Table 7. Effect of Various Package Material on the Quality of Dehydrated Green Asparagus during Storage.

Storage Temp.	Package material	Moisture (%) storage time (month.) 0	3	6	9	Vitamin C (mg%) storage time (month.) 0	3	6	9	Chlorophyll (mg%) storage time (month.) 0	3	6	9	Serum (O.D) color storage time (month) 0	3	6	9
25°C	PE.	5.1	7.2	8.4	9.8	.186	80	48	15	73.3	61.7	43.1	24.4	0.06	0.155	0.352	0.48
	K. Cello/PEmd	5.1	6.1	7.2	7.9	.186	117	72	30	73.3	60.9	52.6	40.7	0.06	0.102	0.182	0.28
	Al. foil	5.1	5.15	5.18	5.24	186	128	98	70	73.3	65	58.2	52	0.06	0.07	0.094	0.115
37°C	PE.	5.1	5.26	6.2	7.1	186	20.5	18	16	73.3	56.1	28.2	24.8	0.06	0.27	0.64	0.82
	K.Cello/PEmd	5.1	5.23	5.87	6.53	186	43	38	36	73.3	54.2	38	33	0.06	0.242	0.48	0.70
	Al. foil	5.1	5.13	5.16	5.21	186	49.5	41.2	38.5	73.3	54.6	44	35.7	0.06	0.184	0.36	0.52

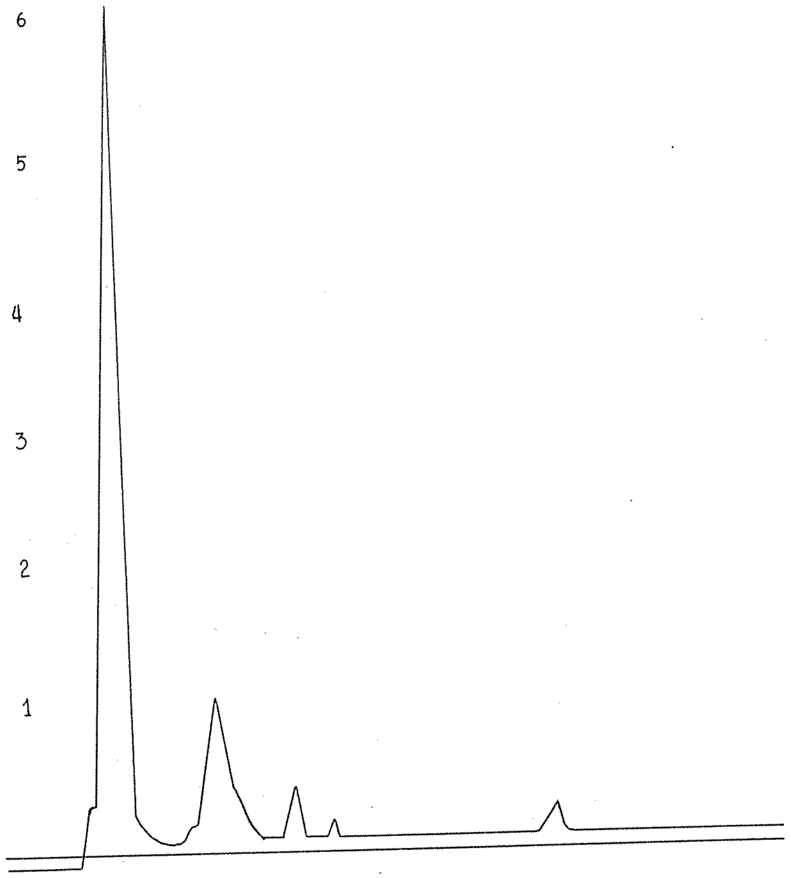

圖 6. 乾燥綠蘆筍揮發性成份的氣體色層分析圖

Fig 6. Gas Chromatographic Chart of Volatile Substances from the Head Space of Dehydrated Green Asparagus.

由表七水分含量的變化可知以鋁箔包裝袋的水分含量增加最少，和原來的水分含量幾乎沒有什麼差異，所以鋁箔袋可認為是最理想的包裝材料，其他如維他命C，葉綠素及褐變程度的變化，均以鋁箔袋包裝的脫水綠蘆筍變化較少，儲藏於 37°C 之溫度時，不論以何種包裝，其品質均無法保持，劣變的極為厲害，三個月後品質即有顯著的變化。儲藏於 25°C 下以鋁箔袋包裝為期 6 個月時品質尚可，由本實驗可知脫水綠蘆筍應該以不透濕及不透氣的材料包裝，儲藏於低溫之下，可以防止品質的劣變。

結　論

以三種脫水方法所得的乾燥蘆筍，水分含量以冷凍乾燥法較低，醣類及維他命C損失亦以冷凍乾燥為最少，真空與熱風乾燥兩者間無顯著之差異。三種脫水方法均使葉綠素含量減少，減少程度相近。顏色測定以冷凍乾燥法最綠，真空次之，熱水復水較常溫為快，復水性以冷凍乾燥最快，熱風及真空乾燥相近，冷凍乾燥製品以熱水殺菁之復水性最快，真空及熱風乾燥以不殺菁者為優。截壓機所測出之截壓值指出冷凍乾燥製品復水後之組織以熱水殺菁為最軟，真空及熱風乾燥以不殺菁者較軟。

官能品評與化學物理測定結果顯有同樣趨勢，顏色、形態、風味和組織上以冷凍乾燥之熱水殺菁綠蘆筍最佳而最受喜愛。但冷凍乾燥設備及加工費均甚高；真空和熱風乾燥之不殺菁綠蘆筍亦甚受喜愛，而以熱風乾燥設備及加工費用最廉，非常適合不殺菁綠蘆筍之脫水。

而熱風乾燥之三種乾燥機械又以浮動式乾燥機能在最短的時間將綠蘆筍乾燥，而又能保持其營養成份。三種包裝材料中，以鋁箔袋的性質最為優良，適於作為脫水綠蘆筍的包裝材料。

附錄：熱風乾燥綠蘆筍之製造要點

I. 綠蘆筍原料規格

1. 原料須清潔，不含泥土及夾雜物。
2. 原料須無病蟲害，無機械損傷或筍尖壓潰的嚴重損傷。
3. 原料之截壓值（從筍尖 4 英吋處截切時）應在 1.5 lb/g 以內。
4. 原料葉綠素含量應在 5 mg % 以上。
5. 原料採收後，應保持在低溫多濕狀態。

II. 製造法

採收
↓
送入加工廠
↓
清洗（ 10-20 ppm Cl ）
↓
檢驗（去除損傷之部份）
↓
切塊（ 5 mm - 8 mm ）
↓
乾燥
↓
乾燥綠蘆筍（水分含量 8 % 以下）
↓
包裝
↓
倉儲→運銷

III. 成品規格

1. 水分含量 8 % 以下。
2. 無夾雜物及昆蟲。
3. 葉綠素含量 60 mg % 以上。
4. 總菌數低於 500,000/g 。
5. Cobliform 低於 20/g 。
6. Yeast 陰性。
7. Mold 陰性。
8. Staphylococecs 陰性。

9. E. coli 陰性。

10. Salmonellae 陰性。

參考文獻

(1) H.H. Weiser, Practical Food Microbiology and Technology, Avi. Publishing Co., (1962).

(2) W.B. Van Arsdel and M.J. Copley, "Food Dehydration", Vol. II. Avi. Publishing Co., (1964).

(3) W.L. Syn and B.S. Luh, Food Technol., 19 (10), 119 (1965).

(4) A.O.A.C., Official Method of Analysis, Assoc. Official Agr. Chemist, Washington, D.C., (1970).

(5) M. Freed, "Method of Vitamin Assay", Interscience Publishes, N.Y., (1966)

(6) A. Kamer and B.A. Twigg, Fundamental of Quality Control for the Food Industry, Avi. Publishing Co., (1962).

(7) J.M. Yeh, "Air Drying of Mushroom", Food Industry Research and Development Institute, (1971).

(8) F.A. Lee, Advances in Food Research, 8, 63 (1958).

Summary

A study of different drying methods on the properties of hot water blanched, steam blanched and no blanched green asparagus was presented.

The characteristics of dehydrated green asparagus prepared by various drying methods were evaluated on moisture content, total sugar, reducing sugar, chlorophyll, ascorbic acid and color difference metter reading.

From the results of organoleptic evaluation of rehydrated green asparagus, it was found that freeze drying with preliminary hot water blanching and vacuum or hot air drying without blanching appeared to be the better means for green asparagus drying.

Dehydrated green asparagus prepared by three different hot air drying method was evaluated on drying rate, moisture, ascorbic acid and chlorophyll content.

The drying rate of fluidized bed drying is the fastest one among these three drying methods. The quality of dehydrated green asparagus prepared through these three different drying methods appeared to be no significant difference.

In the storage study, the aluminum foil appeared to be the most suitable packaging material for dehydrated green asparagus.